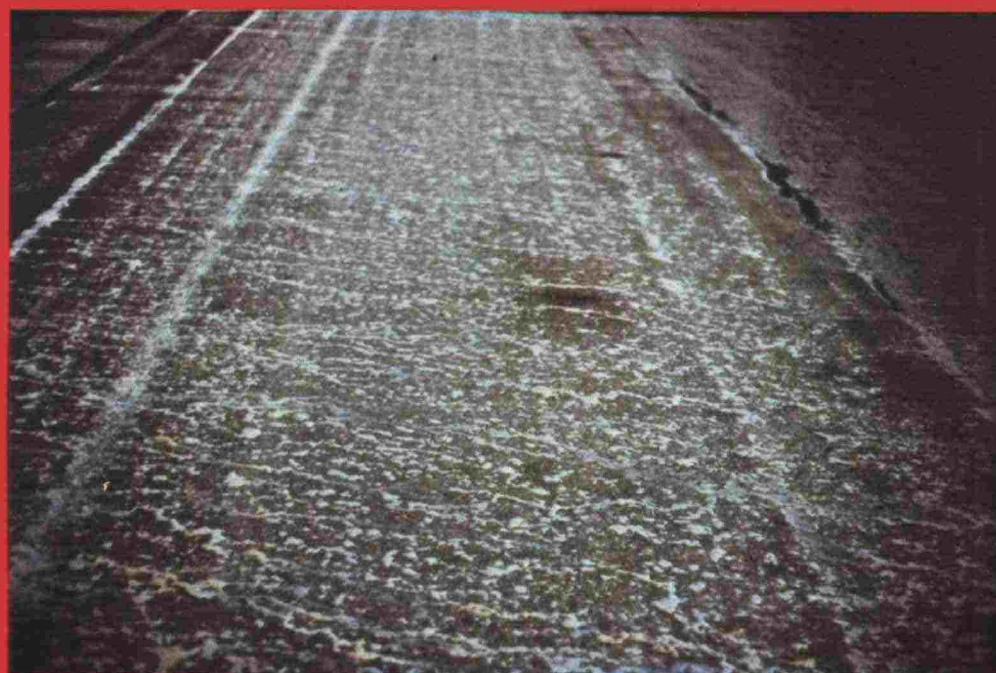


**TUTKIMUS ÖLJYSORASTA  
TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ  
AINEISTA**



**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
TIEENRAKENNUSTOIMISTO 1983**

08  
TIE-



83 1185

**TUTKIMUS ÖLJYSORASTA  
TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ  
AINEISTA**

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
TIE- JA VESIRAKENNUSTOIMISTO 1983**

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KATSAUS ÖLJYSORAVAURIOTUTKIMUKSIIN	2
3	TUTKIMUKSEN I-VAIHE	2
3.1	Näytteiden valinta	2
3.2	Kenttäkokeita öljyn toteamiseksi	5
3.3	Öljyn standardikoe	6
4	TUTKIMUKSEN II-VAIHE	9
4.1	Tutkimuksen tarkoitus	9
4.2	Aineisto	9
4.3	Aineiston rajaaminen	12
4.4	Näytteet	14
4.5	Analysointi ja tulokset	16
5	TULOSTEN TARKASTELU	22
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	24

## LIITTEET

## PIIRUSTUKSET



Vuosina 1978-1981 esiintyi tie- ja vesirakennuslaitoksen tekemissä ja teettämissä öljysora-päällysteissä tavallista enemmän laadullista heikoutta. Monessa tapauksessa päällyste alkoi purkautua jo päällystämivuonna.

Tyypillistä päällysteille on ollut mm. sideaineen voimakas pintaannousu, sekä massan huono sitoutuminen ja irtoaminen. Sideainepitoisuuksien aleneminen öljysorassa on ollut poikkeuksellisen suurta ja nopeaa. Useissa tapauksissa on havaittu päällysteellä olevan sadeveden saaneen kirjon ja öljymäisen kalvon pinnalleen. On jopa arveltu sideaineen "liukenevan" tai erkaantuvan päällysteestä liikenteen jyräyksen, lämpötilan ja veden vaikutuksesta. Työntekijät ovat sideainetta kuvaillessaan käyttäneet ilmaisuja "kasviöljymäinen, juokseva, tarttumaton, lyhyt jne."

Ilmiön lähemmäksi selvittämiseksi on TVH:n tienrakennustoimisto teettänyt VTT:llä useita tutkimuksia. Näissä selvitetään vaurioiden määriä ja laatua sekä niiden syntymiseen vaikuttaneita tekijöitä. Tässä tutkimuksessa selvitetään erkaantuneesta aineksesta mahdollisesti aiheutuvia ympäristöhaittoja kuten maaperän ja pohjaveden likaantumista.

Tutkimus oli kaksiosainen. Ensimmäisessä vaiheessa tutkittiin, voiko päällysteestä irtaantua ja minkälaisia öljyperäisiä aineita maaperään, ja kulkeutua siinä alaspäin muodostaen todellista uhkaa pohjaveden puhtaana säilymiselle. Näin todettiin voivan

tapahtua. Toisessa vaiheessa selvitettiin irtautuvan aineksen aiheuttamia öljypitoisuuksia sekä maaperässä että pohjavedessä, arvioitiin niiden haitallisuutta sekä mahdollisesti tarvittavia suojatoimia.

2

## KATSAUS ÖLJYSORAVAURIOTUTKIMUKSIIN

VTT:n tekemissä ja TVH:n tilaamissa tutkimusselostuksissa käsitellään mm.: öljysoran sideainetta, öljysoran kenttäkokeita, bitumiöljyn normitutkimusten tuloksia, vaurioituneiden öljysorien ominaisuuksia ja bitumiöljyn valmistamista.

Sideainetutkimuksessa ja normitutkimuksessa on esitetty eräitä BÖ:n laatupuutteita, joilla on ilmeinen yhteys ÖS:n vaurioitumiseen. Tutkimuksessa vaurioituneiden öljysorien ominaisuuksista oli keskeinen tulos sideainepitoisuuden alenema, joka oli vaurionäytteillä selvästi suurempi kuin vertailunäytteillä. Suurimmillaan nousi suhteellinen sideainepitoisuuden alenema 2-4 kuukaudessa massanäytteiden keskiarvoon verrattuna 31-34 %:iin. Öljysoran sideainepitoisuudet olivat tällöin 2,3-2,4 %:n luokkaa. Keskimäärin olivat 2-4 kuukaudessa syntyneet suhteelliset alenemat 10-20 %:n luokkaa. Normaali sideainepitoisuuden suhteellinen alenema on eri lähteiden mukaan alle 10 % 1-2 vuodessa.

3

## TUTKIMUKSEN I-VAIHE

### 3.1

#### Näytteiden valinta

TVH:n v. 1981 teettämä tutkimus öljysorasta tieympäristöön pääsevistä aineista on tämän tutkimuksen ensimmäinen vaihe. Se selvittelee öljysorasta tieympäristöön pääseviä aineita, bitumiöljyn erkane-

mista päällysteestä ja kulkeutumista sade- ja sulamisvesien mukana ympäröivään maaperään. Lähtökohtana on otaksuma, että jos ilmiö on voimakas, se ei ainoastaan heikennä päällystettä vaan myös saastuttaa maaperää ja pohjavettä. Tutkimuksen aluksi on kiinnitetty huomiota kenttäkelpoisen, suurina joukkoina toteutettavan maaperän öljypitoisuuden määrittämismenetelmän etsimiseen.

Seitsemäntoista maa- ja päällystenäytettä otettiin neljältä eri kohdealueelta. Kohdealueista kaksi oli erityyppisiä päällystevaurioita sisältäviä teitä. Kolmanneksi kohteeksi valitun tien päällysteessä ei todettu olevan vaurioita. Kyseinen kohde oli vertailunäytteiden ottoa varten. Neljäntenä kohteena oli öljysoran varastokasa, jossa oli todettu öljymäisen aineen erkanemista. Näytteet otettiin siten, että tierungosta heti päällysteen reunan ulkopuolelta otettiin useasta syvyydestä maanäytteitä. Samalta kohtaa otettiin välittömästi päällysteen alapuolelta maanäyte, samoin myös sivuojan pohjasta. Vertailua varten otettiin näytteitä myös öljysoravarastokasojen juurelta sekä yksi öljysoranäyte varastokasasta.



Kokoomaluettelo maanäytteistä tunnusnumerojärjestyksessä.

No.	Ottopaikka	Syvyys maanpinnasta, cm
<u>Mellilä-Hurskala tie</u>		
1	Heti päällysteen reunan ulkopuolelta	5...10
2	Heti päällysteen reunan ulkopuolelta	15...20
3	Heti päällysteen reunan ulkopuolelta	40...45
4	Sivuojan pohjasta	0...10 (pintanäyte)
<u>Mellilä-Karhula tie</u>		
5	Yksityistien liittymä päällysteen alta	1...10
6	Yksityistien liittymä päällysteen alta	10...15
7	Vauriokohta heti päällysteen reunan ulkopuolelta	5...10
8	Vauriokohta heti päällysteen reunan ulkopuolelta	15...20
9	Vauriokohta heti päällysteen reunan ulkopuolelta	40...45
10	Vauriokohta sivuojan pohjasta	0...10 (pintanäyte)
11	Vauriokohta paikkamassan alta	5...15
<u>Reisjärven kirkonkylä</u>		
21	Öljysoran varastokasan juurelta	10...20
22	Kantatie 760 heti päällysteen ulkopuolelta	5...15
23	Kantatie 760 päällysteen alta	10...20
<u>Pyhäsalmen tiemestaripiirin varastoalue</u>		
24	Öljysorakasan juuresta ulkopuolelta	5...25
25	Öljysorakasan juuresta sisäpuolelta	10...20
26	Öljysorakasasta öljysoranäyte	-

## 3.2

## Kenttäkokeita öljyn toteamiseksi

Aluksi pyrittiin löytämään kenttäkäyttöön sopiva menetelmä öljyn tunnistamiseksi.

Edellä olevan luettelon näytteet 1-4 ravistettiin noin  $+40^{\circ}\text{C}$  tislatussa vedessä ravistusastiassa heti oton jälkeen kentällä. Ravistuksen jälkeen suljettu astia avattiin ja sitä haisteltiin ja tarkasteltiin silmämääräisesti mahdollisen öljyn toteamiseksi.

Samanlainen ravistelu tehtiin laboratoriossa kaikille TVL:n Turun piirin alueelta otetuille näytteille. Lisäksi ravistelu tehtiin myös  $+18^{\circ}\text{C}$  tislatussa vedessä.

Mistä näytteestä ei saatu haju- tai kalvohavaintoa öljyn esiintymisestä.

Maaperässä olevan mineraaliöljyn aistinvaraisen havaitsemisen ja laboratoriomäärityksen tarkkuuden selventämiseksi tehtiin myös laboratoriokokeet, joissa sekoitettiin PÖl-öljyä 1 kg kuivaan maanäytteesseen veden kanssa sekoitettuna. Öljyä lisättiin perättäin näytteisiin 1...8 mg/kg. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Näyte	Öljy- määrän lisäys mg/kg	Neste- määrä yhteensä ml	Hajuhavainto
A	1	50	havaittu
B	2	100	havaittu
C	3	150	voimakas
D	4	200	voimakas
E	8	400	voimakas

Tarkistusanalysointi SFS 3010 standardin mukaisesti antoi seuraavat tulokset:

Näyte	Öljy-lisäys mg/kg	Analyysitulos mg/kg	Saalis %
A	0,975	0,63	65,0
B	1,95	1,01	51,0
C	2,9	1,26	43,0
D	3,9	1,64	42,0
E	7,8	1,60	20,5
Yhteensä	17,525	6,14	35,0

Tutkimuksissa päädyttiin standardikokeen käyttöön, vaikkei se kenttäkäyttöön ja laaja-alaiseen harvointiin sovellukaan.

### 3.3

#### Öljyn standardikoe

SFS-standardeissa kuvataan kaksi öljyn tai rasvan määrittämismenetelmää:

- SFS 3009 Veden öljyn ja rasvan määrittäminen gravimetrinen menetelmä
- SFS 3010 Veden öljyn ja rasvan määrittäminen infrapunaspektrofotometrinen menetelmä.

Molemmissa menetelmissä uutetaan näyte, standardissa puhutetaan vesinäytteestä, hiilitetrakloridilla. Edellisessä menetelmässä hiilitetrakloridi haihdutetaan, ja jäännöksestä saadaan punnitsemalla uuttuvien orgaanisten aineiden kokonaispitoisuus. Uuttamalla jäännös uudelleen hiilitetrakloridilla saadaan poolittomat hiilivedyt (öljyt) erotettua alumiinioksidipylvään avulla. Pylvääseen jää näytteen mahdollisesti sisältämä rasva.

IR-spektrofotometrisessä menetelmässä uuttuvien orgaanisten aineiden kokonaispitoisuus määritetään uutteen IR-absorptiosta. Alumiinioksidipylväskäsittelyllä voidaan jälleen erottaa poolittomat hiilivedyt.



Maanäytteitä tutkittaessa on tuloksia arvioitaessa otettava huomioon humusaineiden (polaarisia) vaikutus.

Näytteet 1-11 analysoitiin SFS-standardin 3010 mukaisesti IR-spektrofotometrisesti "märästä" (luonnonkosteus) näytteestä. Tulokset ovat seuraavat:

Mellilä-Hurskala		Mellilä-Karhula	
Näyte	Hiilivety- pitoisuus mg/kg	Näyte	Hiilivety- pitoisuus mg/kg
1	203	5	232
2	265	6	228
3	212	7	114
4	109	8	2,08
		9	20,7
		10	2,98
		11	95,00

TVL:n Keski-Pohjanmaan piirin alueelta otetut maanäytteet ja öljysoranäyte tutkittiin VTT:n poltto- ja voiteluainelaboratoriossa ja osittain myös VTT:n tie- ja liikennelaboratoriossa. Näytteet on ensin uutettu dikloorimetaanilla, ja saadut uutteen analysoitu kaasukromatografisesti. Tulokset ovat seuraavat:

Näyte	Öljypitoisuus
21	0,01 p-%
22	0,07 p-%
23	0,07 p-%
24	0,05 p-%
25	0,3 p-%
26	3,45 p-% (öljysoranäyte)

Näytteiden 21, 22, 24, 25 ja 26 öljyt tutkittiin myös IR-spektrofotometrisesti. VTT:n tie- ja liikennelaboration öljyn eri aineosien analysointi antoi seuraavat tulokset. Taulukossa on myös vertailutietoja.

Näyte	Asfal- teenit %	Öljy- mäiset aineet %	Pehmeät hartsit %	Kovat hartsit %
23	14,9	37,9	25,1	22,1
25	10,0	59,7	19,9	10,4
26	11,9	66,9	15,4	5,8
BÖ-2,1980	7,0	68,6	20,7	3,7
<u>Vertailubitumit</u>				
B-120,1974	6,3	39,3	40,4	14,0
B-300,1974	5,2	43,0	37,6	14,2

Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tuloksena voidaan todeta, että tällä hetkellä kelvollisin maa- ja vesinäytteiden öljypitoisuuden tutkimusmenetelmä on SFS-standardin 3010 mukainen analysointi.

Samoin ensimmäisen tutkimusvaiheen tuloksena havaittiin, että päällysteestä irtautuva öljymäinen ainesosa on mitä todennäköisimmin eriytymätöntä sideainetta eikä esimerkiksi sideaineen liuotinosan irtaantumista. Edelleen tutkimusvaiheen näytteet osoittivat sideaineen ominaisuuksien muuttuneen siten, että esimerkiksi vuoden 1974 bitumeissa oli öljymäisten aineiden osuus noin 40 %, kun taas vuonna 1980 samoja aineita oli noin 69 %. Vastaavasti oli pehmeiden hartsien osuus vuonna 1974 noin 40 % ja vuonna 1980 noin 21 %. Samoin kovien hartsien määrä oli vuonna 1974 noin 14 % ja vuonna 1980 noin 4 %.

Ensimmäisen vaiheen tutkimustulokset osoittivat myös, että sideaine muuttuu nopeasti maaperässä tai sen lähtöaineissa on suuria eroja tai molempien vaihtoehtojen yhdistelmää. Mahdollisena pidettiin, että irtaava aines voi pilata pohjavettä tien lähiympäristössä olevissa kaivoissa.

4

## TUTKIMUKSEN II-VAIHE

## 4.1

## Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen toisen vaiheen näytteenoton tarkoituksena oli selvittää lähemmin aiheutuuko ensimmäisen vaiheen aikana havaitusta päällysteen sideaineen kulkeutumisesta maaperään ja siitä edelleen pohjaveteen vaurioita tai haittaa ja minkälaisiin toimenpiteisiin tämä antaa aiheutta. Lähinnä pohjaveden likaantuminen ja ehkä tärkeidenkin pohjavesialueiden tuhoutuminen tai sen vaara tuli selvittää. Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tulokset osoittivat, että ainakin vaurioalttiista kohteista öljysorapäällysteissä poistuu huomattavankin suuria määriä öljyperäisiä aineita. Tulokset osoittivat edelleen, että öljyperäiset aineet tunkeutuvat maaperään. Selvittämättä jäi kulkeutumisen etäisyys ja tunkeutumisen nopeus.

## 4.2

## Aineisto

Jotta yllä esitetyistä seikoista saataisiin selvytetä TVH:n tienrakennustoimisto lähetti 3.12.1981 kaikille tiepiireille kyselyn, jossa tiedusteltiin olisiko piirin alueella valmistettu tai varastoitu öljysoramassaa pohjavedenottamon suoja-alueella tai muilla vesiensuojelun kannalta tärkeillä alueilla.

Vastauksessaan Turun tie- ja vesirakennuspiiri lähetti tiemestaripiirien ilmoitukset öljysorapäällysteistä jotka on tehty pohjavedenottamoiden suojavyöhykkeillä tai muutoin vesiensuojelun kannalta sellaisissa paikoissa, että mahdollisen haitan torjuminen edellyttää lähempiä selvityksiä. Ilmoituksia oli kaikkiaan 8 kappaletta:



Tiemestaripiiri	Tieosuus tai ÖS-varasto
Mouhijärvi	ÖS-varasto kunnan vedenottamon suoja-alueella
Pöytyä	Pt 12585, öljysorastettu v. 1976, Oripään tärkeä pohjavesialue
Huittinen	Öljysorastus vv. 1973-74 Pöyriälän, Vakkilan ja Kyykkylän ottamoiden suoja-alueilla. Pt 12729
Taivassalo	Öljysorastus vv. 1978-80. Ei pv.alueita
Pori	Öljysorastus v. 1979 pt 13023, 1300 m:n matkalla, jolla Ahlaisten pohjavedenottamo
Vammala	Öljysorastettu kaksi kohdetta vv. 1978-80. Vammalan Hauhanjärven pohjavedenottamon alueella ja Äetsän kunnan Ruotsilan - Haapaniemen ottamon alueella
Lieto	Päällystetty kolme kohdetta vv. 1978-81. Ei pv.alueita
Raisio	Päällystetty kolme kohdetta vv. 1978-81. Mt 193 Merimaskun ottamon lähisuojavaöhykkeellä, pt 12259 Maskun pohjavesialueella ja mt 189 Rymättylän ottamon lähisuojavaöhykkeellä

Mikkelin tie- ja vesirakennuspiirissä on päällystetty kolme kohdetta:

Pisamaniemen pt, Naarajärvi, Kangaslampi, vedenottamoalueen öljysorastus  
Mt 453, Jäppilä, ei pohjavesialueella  
Porrassalmen pt, mt 426 ja vt 5:n risteys, ei pohjavesialueella

Kuopion tie- ja vesirakennuspiirissä on valmistettu öljysoramassaa pohjavedenottamon suojavaöhykkeillä v. 1978 kahdessa kohteessa:

Salahmin sora-alue	Vieremän kunta
Käärmevaarun sora-alue	Tuusniemen kunta

Kainuun tie- ja vesirakennuspiirin alueella on vv. 1978-80 valmistettujen öljysoramassojen sekoitus-varastokasapaikkoja seuraavilla pohjavesialueilla:

Saarinen	Paltamon kunta
Lumiaho	Kuhmon kunta
Pöillyvaara	Sotkamon kunta
Multikangas	Kuhmon kunta
Kiviharju	Vaalan kunta

Piirin tiedossa ei ole ollut, että sekoitus tai varastointi olisi aiheuttanut haittoja kyseisillä alueilla kyselyyn mennessä.

Vaasan tie- ja vesirakennuspiirin alueella on lukuisia öljysoran varastoalueita pohjavesialueilla. Samoin öljysoralla päällystettyjä teitä sijaitsee kyseisillä suoja-alueilla. Öljysoramassan varastot on esitetty seuraavassa luettelossa:

Tiemestaripiiri	Ös-varastoalue	Vedenottamo tai suoja-alue
Pietarsaari	Purmon sivutukikohta	Vedenottamon suoja-alue
Alajärvi	Hietakangas	Pohjaveden muodostumisalue
"	Joukosenkallio	Pieniä vedenottamoita
Alavus	Ukkokangas	Vedenottamo suunn.
Seinäjoki	Koskenkorva	Vedenottamon suoja-alue
Kauhajoki	Harrinkangas	Pohjaveden muodostumisalue
Kristiina	Korsbäck	Suoja-alue, varasto tyhjä
"	Isomäki	Pohjavesialue, varasto tyhjä
Oravainen	Kimo	Kallioon porattu vedenottamo noin 50 m päässä varastosta
Vaasa	Vakviken	Vedenottamo lähellä
"	Kolina	Suoja-alue lähellä
Laihia	Sutikka	Pieniä kaivoja
"	Eteläkangas	Pohjaveden muodostumisalue
Lapua	Lappakangas	Varasto suoja-alueella
Ylistaro	Seljänkangas	Pohjaveden muodostumisalue

Tie- ja vesirakennuslaitoksen Keski-Pohjanmaan piiri ilmoittaa yhdeksän vv. 1978-80 merkittävimpien pohjavesiesiintymien läheisyydessä tehtyä öljy-sorastustoimenpidettä. Nämä ovat:

v. 1978

mt 7622/02 Haarapuhdo - Pitkäkangas, Haapajärvi läheisyydessä sijaitsee Varisperän vedenottamo

v. 1979

vt 13/227 Jyväskylä - Kokkola, Veteli kulkee Pulkkisen vedenottamon lähisuoja-alueen kautta

vt 13/228 Jyväskylä - Kokkola, Veteli kulkee Seppälän vedenottamon pohjavesialueen halki

mt 759/11 Kannus - Viitajärvi, Lestijärvi kulkee Pikku-Kannuksen vedenottamon läheisyydestä

v. 1980

vt 13/226 ja 227 Jyväskylä - Kokkola, Veteli kulkee Pulkkisen vedenottamon läheisyydessä

vt 13/228 Jyväskylä - Kokkola, Veteli kulkee Seppälän vedenottamon pohjavesialueen läheisyydessä

mt 755/03 Teerijärvi - Sievi, Kaustinen  
pt 18033/01 Jylhä, Kaustinen kulkee Kirkkoharjun vedenottamon pohjavesialueilla

pt 18040/01 Puumala, Kaustinen kulkee Niemenharjun pohjavesialueen kautta

mt 763/07 Haapajärvi - Raudasmäki, Nivala kulkee Haittalan vedenottamon lähisuoja-alueen kautta

#### 4.3

##### Aineiston rajaaminen

Saatujen vastausten perusteella otti Maa ja Vesi Oy yhteyttä vastaajiin tiedustellen lähempiä tietoja kohteista. Kyselemällä selviteltiin erityisesti ongelma-alueella olevien massojen laatua ja sekoittamisen sekä varastoinnin aikana saatuja kokemuksia.

Ajattelun lähtökohtana oli, että mikäli päällystämistyössä ja päällysteen kestämisessä oli esiintynyt vaikeuksia, oli todennäköisyys sideaineen irtautumiseen päällysteestä suurempi kuin niillä alueilla,



joissa ongelmia ei ollut esiintynyt. Pyrkimyksenä oli löytää mahdollisimman runsaasti öljyä ympäristöön päästäneitä kohteita. Tutkimuksen kuluessa oli tarkoitus saatavien tulosten mukaan siirtyä päällystystyön onnistumisen kannalta parempiin ja parempiin kohteisiin. Näin oli perusteltua menetellä sen johdosta, ettei kenttäkäyttöön sopivaa öljyn tunnistamismenetelmää onnistuttu I-vaiheessa kehittämään ja standardimenetelmä on verraten kallis laaja-alaiseen analysointiin. Mikäli ympäristöhaitta-arvio vaikeimmiksi arvioituissa kohteissa osoittautuisi myönteiseksi (ei vesien pilaantumista eikä sen riskiä) ei muita kohteita tällöin pidetty tarpeellisena tutkia lähemmin. Mikäli taas haittoja ja vaikeuksia ympäristönsuojelun kannalta esiintyisi tulisi tutkimusta jatkaa haittojen ja vaarojen määrän ja laadun selvittämiseksi.

Tehdyn puhelinhaastattelun perusteella päätettiin lähemmin tutustua Ikaalisten, Mouhijärven, Kankaanpään, Alavuden, Alajärven, Haapajärven, Vetelin, Kauhajoen ja Reisjärven tiemestaripiirien alueilla olleisiin öljysoravarastoihin ja teihin. Valituissa kohteissa olivat olosuhteet arvioitavissa sellaisiksi, että vaara pohjaveden ja pohjavedenottamoiden veden likaantumisesta oli suurin. Kaikilla alueilla ei öljysoraa enää ollut varastoituna. Varastoinnin jäljet olivat kuitenkin kaikissa paikoissa havaittavissa. Tarkemman tutkimuksen kohteiksi valittiin Ikaalisten, Kankaanpään ja Alavuden tiemestari-piireissä olevat kohteet.

Ikaalisten tiemestaripiirissä on Teiharjun öljysoravarasto. Varasto sijaitsee TVL:n hiekkakuopassa seula-aseman vieressä. Öljysorasta oli tarkastuksen aikana jäljellä vain hyvin vähän. Massaa oli paikalla varastoituna vv. 1980-82. Öljysora oli käytettäessä

osoittautunut huonolaatuiseksi, mutta kun sitä myöhemmin oli käytetty paikkaukseen, se oli toiminut odotetulla tavalla.

Rinnakkaiseksi näytteenottopaikaksi valittiin paikallistie nro 13259 välillä valtatie 3 - Karttu. Kohde on hiekkaista kangasmaata, jossa paikallistien molemmilla puolilla ojat ovat vettäläpäisevässä maalajissa. Havainnot päällysteestä osoittivat sen olevan paikoitellen harvahkoa.

Kankaanpään tiemestaripiirin alueen öljysoran varastokasa on Hämeenkankaalla olevassa hiekkakuopassa. Tarkasteluajankohtana öljysora oli jo käytetty loppuun. Alueella oli ollut öljysoran varastokasa vuosina 1980...81. Rinnakkaisnäyte otettiin maantieltä nro 258 väliltä Kankaanpää - Lavia. Näytteenotto-kohta sijaitsee moreenialueella. Päällystystyön aikana oli esiintynyt massassa sitomisvaikeuksia. Päällystystyö oli tehty v. 1981.

Alavuden tiemestaripiirissä on öljysoran varastoalue Töysän Ukkokankaalla. Varastoalue on vanhassa sorakuopassa, jossa öljysoraa on kolmessa kasassa. Kasat sijaitsevat siten, että osa lepää pohjavedenpinnan alapuolella olevalla pohjalla. Pohjavesilammikko ulottuu osittain öljysorakasaan asti. Rinnakkaisnäyte otettiin maantie nro 706 Lehtimäki - Töysä väliltä. Päällystystyössä ei ollut ilmennyt vaikeuksia.

#### 4.4

#### Näytteet

Näytteiden ottopaikat on esitetty liitteinä olevissa karttapiirroksissa. Ikaalisten Teiharjun öljysoran varastoalueella otettiin maanäytteet 0,3, 1,0 ja 2,0 m syvyydestä. Näytteenottoa varten kaivettiin kaivinkoneella kuoppa, josta näytteet otettiin puhdistuksen jälkeen lapiolla.

Näytteenotossa ei menty syvemmälle, koska savi alkoi noin 2,5 m syvyydessä. Savi esiintyi 5...10 cm kerroksina. Orsivettä esiintyi savikerrosten päällä. Sen virtaus oli hyvin runsasta. Salpakerros viettää noin 5 asteen kaltevuudessa lännestä itään. Sen päällä virtaavassa pohjavedessä ei havaittu öljyä.

Rinnakkaisnäytteet otettiin 0,2 ja 1 m syvyydestä maanpinnasta lukien. Pohjavedenpinta kyseisellä paikalla oli 1,4 m syvyydessä. On varsin todennäköistä, että kysymyksessä on tälläkin alueella orsivesikerros.

Kankaanpään tiemestaripiirin alueella otettiin varastoalueen maanäytteet 0,2, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0 ja 6,0 m syvyydestä. Näytteet otettiin pinnasta 3 m syvyyteen asti koekuopasta, joka kaivettiin kaivinkoneella. Varsinainen näytteenotto tapahtui lapiolla kuopan sivusta. Näytteet 4 ja 5 m syvyydestä on nostettu kaivinkoneella. 6 m syvyydestä näyte otettiin kierrekairalla käyttäen apuna putkea. Pohjavedenpintaa ei tavoitettu. Rinnakkaisnäytteet otettiin 0,1 ja 1,0 m syvyydestä. Pohjavedenpinta paikalla oli 1,5 m syvyydellä.

Alavuden tiemestaripiirissä Töysän Ukkokankaalla öljysoravarastoalueella näytteet otettiin lapiota ja kierrekairaa apuna käyttäen 5 kohdasta öljysoravarastokasan ympäriltä. Näytteenoton aikana kaivettiin kuoppia, joihin pohjavesi nousi. Näyte otettiin tämän jälkeen pohjavesipinnan yläpuolelta aivan vesirajasta. Rinnakkaisnäytteet otettiin 0,2, 1,0, 2,0 ja 3,0 m syvyydeltä.

Töysän Ukkokankaan öljysoravaraston ympäristön pohjavesinäytteet on pääosin otettu upottamalla näytepullo välittömästi pohjavedenpinnan alapuolelle. Ukkokankaan vedenottamon putkikaivosta näyte otet-



tiin Ruttner-noutimella. Lisäksi otettiin eräästä yksityiskaivosta vesinäyte suoraan vesihanasta.

No	Ottopaikka	Syvyys maanpinnasta m
<u>Ikaalinen</u>		
2524	Teiharjun ÖS-varastoalue	0,3
2525	" "	1,0
2526	" "	2,0
2527	Pt 13259	0,2
2528	"	1,0
<u>Kankaanpää</u>		
2529	Hämeen kangas, ÖS-varastoalue	0,2
2530	" "	1,0
2531	" "	2,0
2532	" "	3,0
2533	" "	4,0
2534	" "	5,0
2535	" "	6,0
2536	Kt 258	0,1
2537	"	1,0
<u>Töysä</u>		
2538	Ukkokangas ÖS-varastoalue	pv-pinta
2539	" "	"
2540	" "	"
2541	" "	"
2542	" "	"
2543	Kt 706	0,2
2544	"	1,0
2545	"	2,0
2546	"	3,0

#### 4.5

##### Analysointi ja tulokset

Näytteet tutkittiin SFS 3010 standardin mukaisesti. Maanäytteet uutettiin ensin hiilitetrakloridilla ns. märistä näytteistä eli maanäytteitä ei kuivattu ennen uuttoa. Tämän jälkeen analysointi tehtiin IR-spektrofotometrillä menetelmää käyttäen. Vesi-näytteet uutettiin niinkään hiilitetrakloridilla ja analysoitiin sen jälkeen samaa menettelyä noudattaen kuin maanäytteetkin.

Ikaalisten Teiharjun näytteenottokohdassa oli pinta-näytteen öljypitoisuus 4,17 mg/kg. Tämä vastaa 0,02 o/oo huokostilavuudesta mikäli maan huokoisuudeksi arvioidaan 35 % (Hk) ja tilavuuspainoksi 2,00. 1,0 ja 2,0 metrin syvyydessä olivat öljypitoisuudet vastaavasti 0,76 mg/kg ja 0,76 mg/kg eli samoin olettamuksin 0,004 o/oo huokostilavuudesta. Tulosta voidaan verrata esimerkiksi kirjallisuudessa esitettyihin öljyn jäännöspitoisuuksiin sora 2...3 % ja hiekka 3...4 %. Selvitystyön yhteydessä, joka tehtiin ohjeistoa "Pohjaveden suojelu asfalttiasemalla" varten, oli maanäytteiden öljyn leviämistä jäljittävän merkkiaineen jäännöspitoisuus karkeassa hiekassa noin 1 vuoden kuluttua keskimäärin 2,8 o/oo huokostilavuudesta, kun se alunperin oli noin 9 %. Päästö kyseisessä kokeessa oli noin 200 l noin 1 m<sup>2</sup>:n alalta.

Rinnakkaisissa tienvierinäytteissä olivat vastaavat jäännöspitoisuudet pintanäytteessä 0,014 o/oo ja 1,0 metrin syvyydellä 0,006 o/oo huokostilavuudesta.

Teiharju/Pt 13259 näytteiden öljypitoisuudet

Näyte n:o	Paikka/syvyys m	Öljypitoisuus mg/kg
2524	Teiharju 0,3	4,17
2525	" 1,0	0,76
2526	" 2,0	0,76
2527	Pt 13259 0,2	3,03
2528	" 1,0	1,26

Maanäytteiden analyysitulokset esitetään liitteenä olevassa piirustuksessa F20530.11. Vesinäytteiden analyysitulokset on esitetty oheisissa liitteissä 1 ja 2/F20530.

Laskemalla imeytynyt öljymäärä kaavalla

$$Z_{\max} = \frac{Q_0}{F_0 \cdot P \cdot Sr}, \quad Q_0 = Z_{\max} \cdot F_0 \cdot P \cdot Sr, \quad (1)$$

jossa

$Q_0$  = imeytynyt öljymäärä ( $m^3$ )

$Z_{max}$  = imeytymän max syvyys (m)

$F_0$  = öljyyntymän keskim. poikkipinta-ala ( $m^2$ )

$P$  = huokoisuus

$S_r$  = öljyn jäännöspitoisuus

saadaan Teiharjun öljysoravarastokasasta "irtautuneeksi" öljymääräksi:

$$Q_0 = 2,0 \cdot 800 \cdot 0,35 \cdot 0,000005 \approx 3 \text{ l}$$

Kaavan käytössä joudutaan tekemään oletuksia öljyyntymän keskimääräisen poikkipinta-alan, huokoisuuden ja öljyn jäännöspitoisuuden suhteen. Kaava ei ilmeisesti sovellu käytettäväksi kuin massamaisena, lyhyessä aikayksikössä tapahtuvissa öljyn kulkeutumiselvityksissä. Kaava soveltunee paremmin esimerkiksi öljyvahinkoselvityksiin, sillä se ei ota huomioon aikatekijää, joka nimenomaan tässä tutkimuksessa nousee merkittäväksi.

Laskemalla toisen kaavan avulla saadaan:

$$Q = (\sum c \cdot h) \cdot \rho \quad (2)$$

$$Q_M = \left( \sum_{i=1}^n C_i \cdot h_i \right) \cdot \rho$$

missä

$Q_M$  = maahan pidättynyt öljymäärä ( $g/m^2$ )

$C_i$  = öljypitoisuus ( $g/1000 \text{ kg}$ )

$h_i$  = syvyys (m)

$\rho$  =  $2000 \text{ kg/m}^3$

saadaan  $8,2 \text{ g/m}^2$ . Tulos kuvaa maaperässä tällä hetkellä olevaa öljymäärää/ $m^2$ , josta pinta-alan perusteella saadaan maaperässä oleva kokonaisöljymäärä.



$$Q_M = 700 \text{ m}^2 \cdot 8,2 \text{ g/m}^2 = 6,59 \text{ kg} \approx 7 \text{ l}$$

Edellä olevassa esimerkissä on öljyyntymän pinta-ala (Fö) arvioitu.

Laskemalla kaavaa (2) käyttäen Kartun paikallistien näytteiden öljypitoisuus saadaan  $5,4 \text{ g/m}^2$ . Kokonaisöljymäärää ei voi laskea mutta tulos kuvaa tien pituusmetriä kohden olevaa maaperän öljymäärää. Kun oletetaan, että vastaava pitoisuus on tien toisessa sivuujassa ja oletetaan edelleen öljyyntyneen alueen leveydeksi (piennar ja ojan pohja) noin 2 m saadaan tiemetriä kohden olevaksi maaperän öljymääräksi  $21,6 \text{ g}$ . Kun päällysteen leveys on 7 m on päällyste- $\text{m}^2$  kohden öljymäärä  $3,1 \text{ g}$ .

Hämeenkaan näytteenottokohdassa oli pintanäytteen öljypitoisuus  $3,29 \text{ mg/kg}$ . Tämä vastaa  $0,02 \text{ o/oo}$  huokostilavuudesta, mikäli maan huokostilavuudeksi arvioidaan  $35 \%$  ja tilavuuspainoksi  $2,0$ . Vastaavasti  $1,0$ ,  $2,0$ ,  $3,0$ ,  $4,0$ ,  $5,0$  ja  $6,0 \text{ m}$  syvyydessä olivat öljypitoisuudet  $0,38$ ,  $0,38$ ,  $2,53$ ,  $2,02$ ,  $1,90$  ja  $2,28 \text{ mg/kg}$ . Edellä esitetyin olettamuksin vastaavat pitoisuudet ovat  $0,02$ ,  $0,002$ ,  $0,002$ ,  $0,2$ ,  $0,01$ ,  $0,01$  ja  $0,01 \text{ o/oo}$  huokostilavuudesta.

Rinnakkaisissa tienvierinäytteissä olivat vastaavat jäännöspitoisuudet pintanäytteessä  $0,013 \text{ o/oo}$  ja  $1,0 \text{ m}$  syvyydessä  $0,014 \text{ o/oo}$  huokostilavuudesta.

## Hämeen kangas/Mt 258 näytteiden öljypitoisuudet

Näyte n:o	Paikka/syvyys m	Öljypitoisuus mg/kg
2529	Hämeen- kangas 0,2	3,29
2530	" 1,0	0,38
2531	" 2,0	0,38
2532	" 3,0	2,53
2533	" 4,0	2,02
2534	" 5,0	1,90
2535	" 6,0	2,28
2536	Mt 258 0,1	1,14
2537	" 1,0	1,26

Laskemalla imeytynyt öljymäärä kaavalla (1) saadaan Hämeen kankaan öljysoravarastosta maaperään imeytneeksi öljymääräksi  $Q_0 = 0,029 \text{ l/m}^2$ . Koska varastokasan suuruudesta ja massan määrästä ei ole tietoa ei tässä tapauksessa voida laskea kokonaisöljymäärää. Laskemalla toisen kaavan avulla (2) saadaan vastaavaksi öljymääräksi  $0,024 \text{ l/m}^2$ . Laskemalla samaa kaavaa (2) käyttäen tien 258 näytteiden öljypitoisuus saadaan  $3,7 \text{ g/m}^2$ . Kokonaisöljymäärää ei voi laskea mutta tulos vastaa tien pituusmetriä kohden olevaa maaperän öljymäärää. Kun oletetaan, että vastaava pitoisuus on tien toisessa sivuajassa ja oletetaan öljyyntyneen alueen leveydeksi (piennar ja ojanpohja) noin 2 m saadaan tiemetriä kohden olevaksi maaperän öljymääräksi 14,8 g. Kun päällysteen leveys on 10 m on päällyste- $\text{m}^2$  kohden öljymäärä 1,48 g.

Töysän Ukkokankaan näytteenottokohdassa otettujen pintanäytteiden öljypitoisuudet olivat 0,38, 1,52, 0,95, alle 0,05, 0,88 mg/kg. Nämä vastaavat 0,004, 0,017, 0,001, < 0,001 ja 0,01 o/oo huokostilavuudesta, mikäli maan huokoisuudeksi arvioidaan 35 % ja tilavuuspainoksi 2,0.

Töysän Ukkokankaan pohjavesinäytteistä tavattiin öljypitoisuutta ainoastaan yhdessä näytteessä. Tämä näyte sisälsi öljyä 0,07 mg/l. Näyte otettiin kaikkein lähimmästä pisteestä öljysoran varastokasaa pohjaveden virtaussuunnassa alapuolelta. Kaikissa muissa pohjavesinäytteissä oli analyysitulos alle 0,05 mg/l. Mainittu pitoisuus on analyysimenetelmän herkkyysraja.

Rinnakkaisissa tienvierinäytteissä olivat vastaavat jäännöspitoisuudet pintanäytteessä 0,021 o/oo huokos-tilavuudesta, metrin syvyydellä 0,023 o/oo, 2 m syvyydellä 0,006 o/oo ja 3 m syvyydessä 0,007 o/oo. Laskemalla kaavan (2) avulla tien 706 näytteenotto-paikan öljypitoisuus saadaan 14,8 g/m<sup>2</sup>. Kokonaisöljymäärää ei voi laskea mutta tulos vastaa tien pituusmetriä kohden olevaa maaperän öljymäärää. Kun tehdään edellisiä laskelmia vastaavat olettamukset, saadaan tiemetriä kohden olevaksi maaperän öljymääräksi 59,2 g. Kun päällysteen leveys on 10 m, on päällyste-m<sup>2</sup> kohden öljymäärä 2,2 g.

#### Ukkokankaan/Mt 706 näytteiden öljypitoisuudet

Näyte n:o	Paikka/syvyys m	Öljypitoisuus mg/kg
2538	Ukkokan- pinta gas	0,38
2539	" "	1,52
2540	" "	0,95
2541	" "	0,05
2542	" "	0,88
2543	Mt 706 0,2	3,41
2544	" 1,0	3,59
2545	" 2,0	0,88
2546	" 3,0	1,14
2001	Ukkokankaan vedenottamo	0,05 (vesinäyte)
2002	Ukkokangas koekuoppa 1	0,05 "
2003	" 2	0,05 "
2004	" 3	0,05 "
2005	pohjavesilampi	0,05 "
2006	"	0,05 "
2007	koekuoppa 4	0,05 "
2008	Männistön kaivo	0,05 "
2009	Ukkokangas, pohjavesilampi	0,07 "



## TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen yhteydessä tuli esille mielenkiintoinen seikka tarkistusanalysoinnissa. Kun maanäytteeseen sekoitettiin tunnetut määrät öljyä, joka sitten analysoitiin SFS-standardin 3010 mukaisesti jäi "saalis" useissa tapauksissa sangen pieneksi. Pienin saalisprosentti oli 20,5, joka saavutettiin kun näytteeseen oli lisätty 8 mg/kg öljyä. Mielenkiintoista oli se, että öljymäärä 1 mg/kg saatiin analysoiduksi siten, että saalis oli 65 %, joka oli suurin kaikista havaituista määristä. Syy siihen, että analysoinnissa saatiin edellä mainittuja arvoja jäi tuntemattomaksi.

Olettamuksena voidaan esittää, että öljymäärän lisäyksen tapa, veteen sekoitettu öljy, aiheutti sen, että osa lisätystä aineksesta poistui veden mukana. Kun luonnossa öljyn maaperään joutumisen yhteydessä usein on kolmantena faasina mukana myös vesi vastaanee tulos luonnonolojen tapahtumia. Edellä olevaa ilmiötä voidaan verrata myös vuonna 1979 tehtyyn öljyn käyttäytymistä matkivan merkkiaineen leviämistutkimukseen. Merkkiainetta kaadettiin 200 l vanhaan sorakuoppaan ja seurattiin sen leviämistä aina vuoteen 1982 saakka. Merkkiaine pidättyi aluksi varsin tehokkaasti kokonaisuudessaan pohjaveden yläpuoliseen maaperään. Vuoden kuluessa imeytyksestä oli merkkiainepitoisuus laskenut alle kymmenenteen osaan kokeen alun tilanteesta. Kirjallisuustietoja öljyn jäännöspitoisuudesta soralla 2-3 % ja hiekalla 3-4 % huokostilavuudesta voidaan siten pitää lyhyen ajan arvoina.

Ensimmäisen tutkimusvaiheen havainnoista myös se, että päällysteestä irtautuva sideaine on eriytymätöntä, on myös sangen merkittävä. Samoin eri vuosina valmistetun päällysteen sideaineen eri osat

(hartsit, asfalteenit, öljyt) vaihtelu oli merkittävä. Tulokset merkitsevät sitä, että öljymäiset aineet muuttuvat nopeasti maaperässä tai että lähtöaineissa on eroa tai sitten molempia.

Tutkimuksen jatkovaiheen analysointimenetelmänä on käytetty yksinomaisesti SFS 3010 -standardia. Siten tulokset ovat vertailukelpoisia sekä keskenään, että tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tehtyjen analyysien kanssa.

Laskettaessa imeytynyttä öljymäärää pyrittiin käyttämään kahta eri kaavaa. Vaikeutena laskennassa on se, että kaavoissa tarvittavat suureet on osittain arvioitava. Tuloksen suuruusluokalle seikalla on kuitenkin vähäinen merkitys. Imeytyneen öljymäärän tarkempi laskeminen olisi vaatinut lähtötietojen pitkän aikavälin perusteellisen selvityksen ja laajemmat laboratoriotutkimukset, joilla olisi selvitetty öljyn pystysuora ja vaakasuora leviäminen ajan funktiona.

Jäännösöljypitoisuus, jota saadut pitoisuusarvot edustavat, ovat tutkituissa kohteissa samaa suuruusluokkaa olevia. Vaihtelu eri varastokasa-alueilla on suuruusluokaltaan 3-4-kertainen, mikä voi johtua erilaisista maalajeista. Rinnakkaisnäytteissä, jotka on otettu tienvieriltä, öljypitoisuus on yleisesti suurempi kuin varastokasa-alueilla. Ero on merkittävä ja johdonmukaisesti samansuuntainen.

Otetuissa pohjavesinäytteissä on öljypitoisuus erittäin alhainen. Tulosta selittää öljyn taipumus pidäytyä maaperään. Vesi liuottaa öljyä verrattain pieninä pitoisuuksina, jolloin liukeneminen tapahtuu pitkän ajan kuluessa. Pitoisuudet eivät näin pääse kohoamaan kovin suuriksi.

6

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa kävi ilmi, että öljysorapäällysteestä irtoaa öljyperäisiä aineita siten, että niitä kulkeutuu öljysorapäällysteen alla sekä päällysteen reunan yli ja siitä alaspäin. Kuljetavana aineena toimii sadevesi ja sulamisvesi. Roiskeet voivat kuljettaa öljyperäisiä irronneita aineita myös pitkälle luiskiin. Sivuojat vastaanottavat osan liikkeelle lähteneestä aineksesta, joka imeytyy sieltä veden mukana. Myös öljysoran varastokasasta kulkeutuu öljyperäistä ainetta alla olevaan maaperään. Samoin tapahtuu ilmeisesti myös reunojen ulkopuolelle valuvan veden mukana. Kulkeutuvan aineksen leviäminen, määrä, ja kulkeutumisenopeus jäivät ensimmäisessä vaiheessa selvittämättä.

Tutkimuksen toisessa vaiheessa kävi ilmi, että sekä öljysorapäällysteestä, että varastokasasta irtautuu öljyperäistä ainetta, joka kulkeutuu maan pinnasta alaspäin. Tunkeutumista pohjaveden- tai orsiveden-pinnan alapuolelle ei tällä tutkimuksella voitu osoittaa. Irtautuvan öljyperäisen aineen pitoisuus on sangen vähäinen kaikissa havaituissa pisteissä. Merkittävää on, että tielle levitetystä päällysteestä irtautuu ilmeisesti enemmän öljyperäistä ainesta kuin varastokasasta. Syynä ilmiöön voi olla liikenteen jyräävä vaikutus. Renkaiden märällä päällysteellä aiheuttama paineisku saattaa olla erittäin voimakas öljyperäisen aineen irroittaja.

Tarkasteltaessa öljyn pitoisuutta näytteenottokohdissa syvyysuunnassa voidaan havaita kahdessa paikassa maksimi pintakerroksessa varastokasojen kohdalla. Sen sijaan kolmannessa ei tätä havaintoa ole voitu tehdä, koska näytteet on kaikki otettu vesipinnan rajasta.



Esitetyn maksimin alapuolella on pitoisuudeltaan köyhempi kerros, jonka jälkeen pitoisuus lisääntyy jälleen Kankaanpään tiemestaripiirin näytteenottokohdassa. Pitoisuuden vaihtelu saattaa johtua sekä biologisesta toiminnasta, että sadeveden huuhtelevasta vaikutuksesta. Pintanäytteessä oleva suurempi pitoisuus viittaa siihen, ettei hapetuksella ole havaintotapauksissa ollut vielä todettavaa öljypitoisuutta vähentävää merkitystä. Johtopäätökseen vaikuttaa se seikka, että havaintokohdista on varastokasa jo käytetty pois. Tienvierinäytteissä ei samaa ilmiötä ole havaittavissa sillä kahdessa paikassa pintanäytteen pitoisuudet ovat pienemmät kuin syvemmällä ja yhdessä puolestaan pintanäytteen pitoisuus noin kaksinkertainen syvemmällä tavattuun öljypitoisuuteen verrattuna.

Merkittävä havainto kaikissa pisteissä on, että öljypitoisuus maanäytteissä on luokkaa muutamia milligrammoja kilossa. Vertailu kirjallisuustietoon sekä aikaisemmin tehtyyn selvitykseen "Pohjaveden suojele asfalttiasemalla" viittaa siihen, ettei öljypitoisuus ole missään vaiheessa ollut lähellä kyllästymisrajaa. Pitoisuudet ovat niin pieniä, että edelleen kirjallisuustiedon mukaan mikro-organismit jotka hajoittavat öljyä pystyvät hyvin toimimaan.

Tutkituista pohjavesinäytteistä tavattiin vain sangen vähäisiä öljypitoisuuksia. Analyysitulokset osoittavat vain merkkejä öljystä kaikissa muissa tapauksissa paitsi yhdessä jossa pitoisuus on yli analyysimenetelmän tarkkuusrajan. Tämäkin pitoisuus 0,07 mg/l on niin vähäinen, ettei sillä ole merkitystä veden käyttökelpoisuutta arvioitaessa. Kun otetaan huomioon, että näyte on otettu noin 10 m etäisyydeltä vedessä seisovasta öljysorakasasta voidaan tästä kaikesta tehdä johtopäätös, ettei öljysoran varastokasoilla ole

havaittu pohjavettä likaavaa vaikutusta. Toistaiseksi tähän johtopäätökseen on kuitenkin suhtauduttava varauksellisesti. Tutkimustuloksen mukaan on kuitenkin aikayksikössä massasta irtoava öljymäärä niin vähäinen, ettei voimakkaaseen pohjaveteen liukenemiseen ole mahdollisuutta.

Verrattaessa havaittuja öljypitoisuuksia ja sekä varastokasasta, että päällystemassasta irronnutta öljymäärää muissa tutkimuksissa päällystemassan öljypitoisuuden alenemiseen voidaan esittää arvelu siitä, että varastokasoissa öljyperäisen aineksen irtoaminen tapahtuu pääasiassa sen pintaosista varsinaisen massakasan säilyessä ennallaan. Samaan viittaa myös tienvierinäytteiden korkeampi öljypitoisuus eli päällysten pintaosasta tapahtuisi voimakkaampaa sideaineen irtautumista. Tien pinta-alayksikköä kohti oleva öljysoramäärä on huomattavasti vähäisempi kuin varastokasan kohdalla. Tästä huolimatta ovat tienvierinäytteiden öljypitoisuudet suuremmat kuin varastoalueelta tavatut. Tähän saattaa olla osasyynä päällysteen pinnalle joutuvat esimerkiksi liikenteestä peräisin olevat öljytuotteet.

Tehty tutkimus viittaa siihen, ettei öljysoran varastoinnista ole välitöntä vaaraa pohjavedelle. Vaikka öljysorassa on havaittu sideaineen pitoisuuden liian nopeata alenemista ei tällä seikalla ole toistaiseksi voitu todeta olevan merkitystä pohjaveden kannalta. Yllä esitetystä huolimatta on pohjaveden suojeluun edelleen kiinnitettävä vakavaa huomiota. Valmistettaessa ja varastoitaessa öljysoraa pohjavesien suojelun kannalta tärkeillä paikoilla on noudatettava varotoimia.

Öljysoran valmistusasemia ja varastointialueita sijoitettaessa on syytä välttää jo käyttöön otettujen pohjavesiesiintymien alueita. Mikäli tämä ei ole

mahdollista on sekoitusasemat tai varastoalueet sijoitettava riittävän kauas (vähintään 50 m) vedenottamoista. Vedenottamoiden vahvistettuja lähisuojavaöhykkeitä ei tule käyttää kyseiseen tarkoitukseen. Mikäli vedenottamoille ei ole vahvistettu suoja-alueita on vähimmäisetäisyys määriteltävä samoin perustein kuin vedenottamoiden vahvistetut lähisuojavaöhykkeet määritetään.

Suojatoimet joiden avulla öljysoravarastokasoista mahdollisesti ympäristölle aiheutuvat vauriot voidaan välttää mainittakoon suoja-allasmenettely, jonka avulla varastokasan lävitse suotautunut vesi voidaan kerätä yhteen kohtaan ja tarvittaessa johtaa tai kuljettaa puhdistettavaksi. Suojelua helpottaa huomattavasti öljysoravaraston peittäminen vettä-läpäisemättömällä suojakankaalla tai kalvolla. Pohjaveden jatkuva tarkkailu asennettavien havainto-putkien avulla varmistaa tehtyjen suojatoimien riittävyyden ja paikanvalinnan onnistumisen. Havainto-putkien sijoittamisen tulee perustua tutkimuksella saatuun tietoon pohjaveden liiketilasta ja virtaus-suunnasta.





# MAA JA VESI OY

Ympäristöntutkimuslaboratorio

Itälahdenkatu 2.

00210 HELSINKI 21 (90) 670 121

Liite 1/F 20530

Talousvesitutkimus

Työnro: F20530

Lab.nro: 175-179/83

Näytteenottopvm: 17.02.83

Tilaaaja: TVH

Näytteet:

175 Näytepaikka 2001  
176 Näytepaikka 2002  
177 Näytepaikka 2003  
178 Näytepaikka 2004  
179 Näytepaikka 2005

Näyte:		175	176	177	178	179
Mineraaliöljyt	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Seuraavat määritykset tehty muissa laboratorioissa

- Suunnittelukeskus Oy

Mineraaliöljyt mg/l

Helsinki 14.03.83

*Kirsti Pietiläinen*  
Kirsti Pietiläinen

Julkisen valvonnan alainen  
vesitutkimuslaitos

Lääkintöhallituksen hyväksymä  
tutkimuslaboratorio

Työnro: F20530  
Lab.nro: 180-183/83  
Näytteenottopvm: 17.02.83

Tilaaaja: TVH

Näytteet:

180 Näytepaikka 2006  
181 Näytepaikka 2007  
182 Näytepaikka 2008  
183 Näytepaikka 2009

Näyte:		180	181	182	183
Mineraaliöljyt	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	0.07

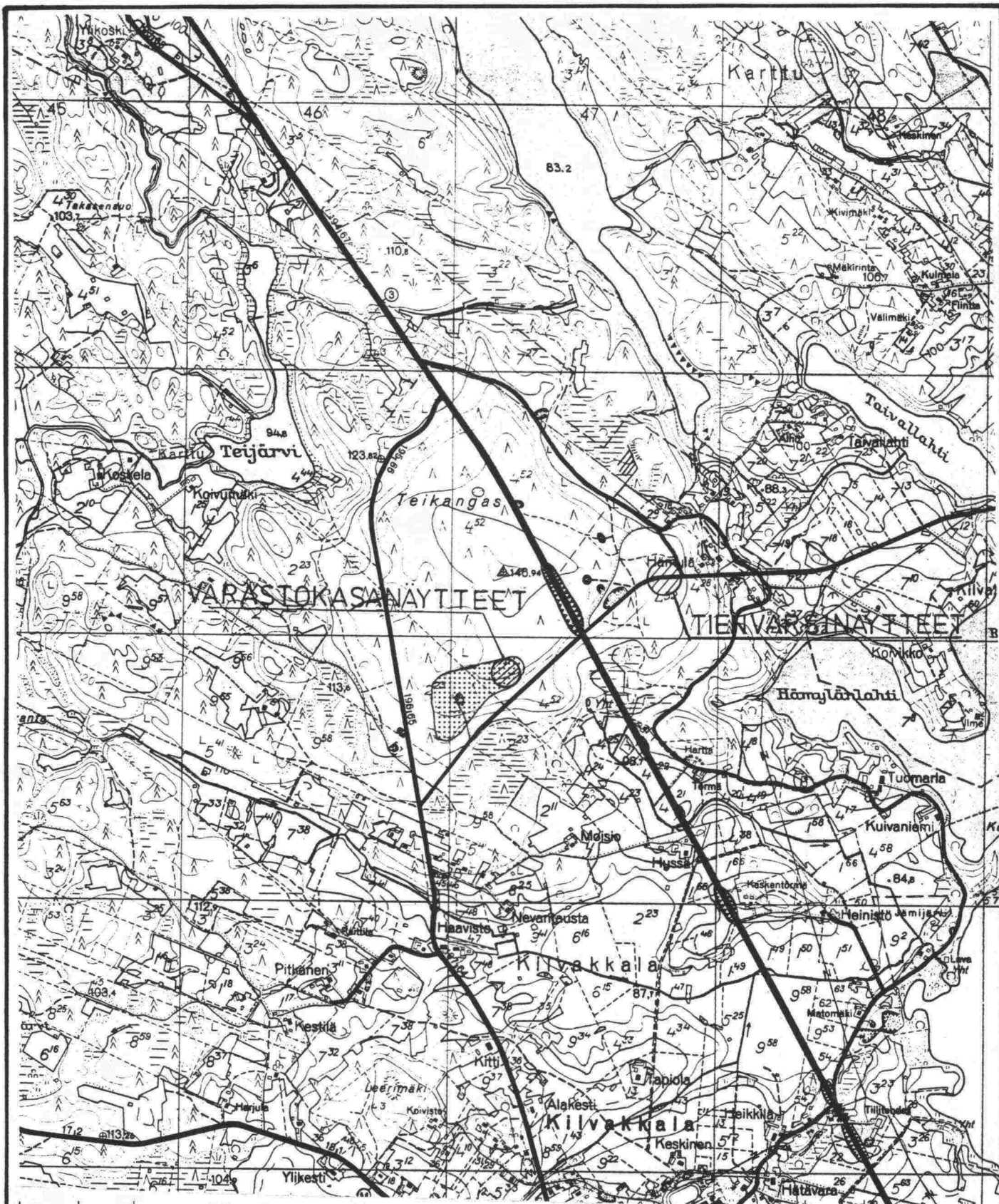
Seuraavat määritykset tehty muissa laboratorioissa


- Suunnittelukeskus Oy  
Mineraaliöljyt mg/l

Helsinki 14.03.83

  
Kirsti PietiläinenJulkisen valvonnan alainen  
vesitutkimuslaitosLääkintöhallituksen hyväksymä  
tutkimuslaboratorio



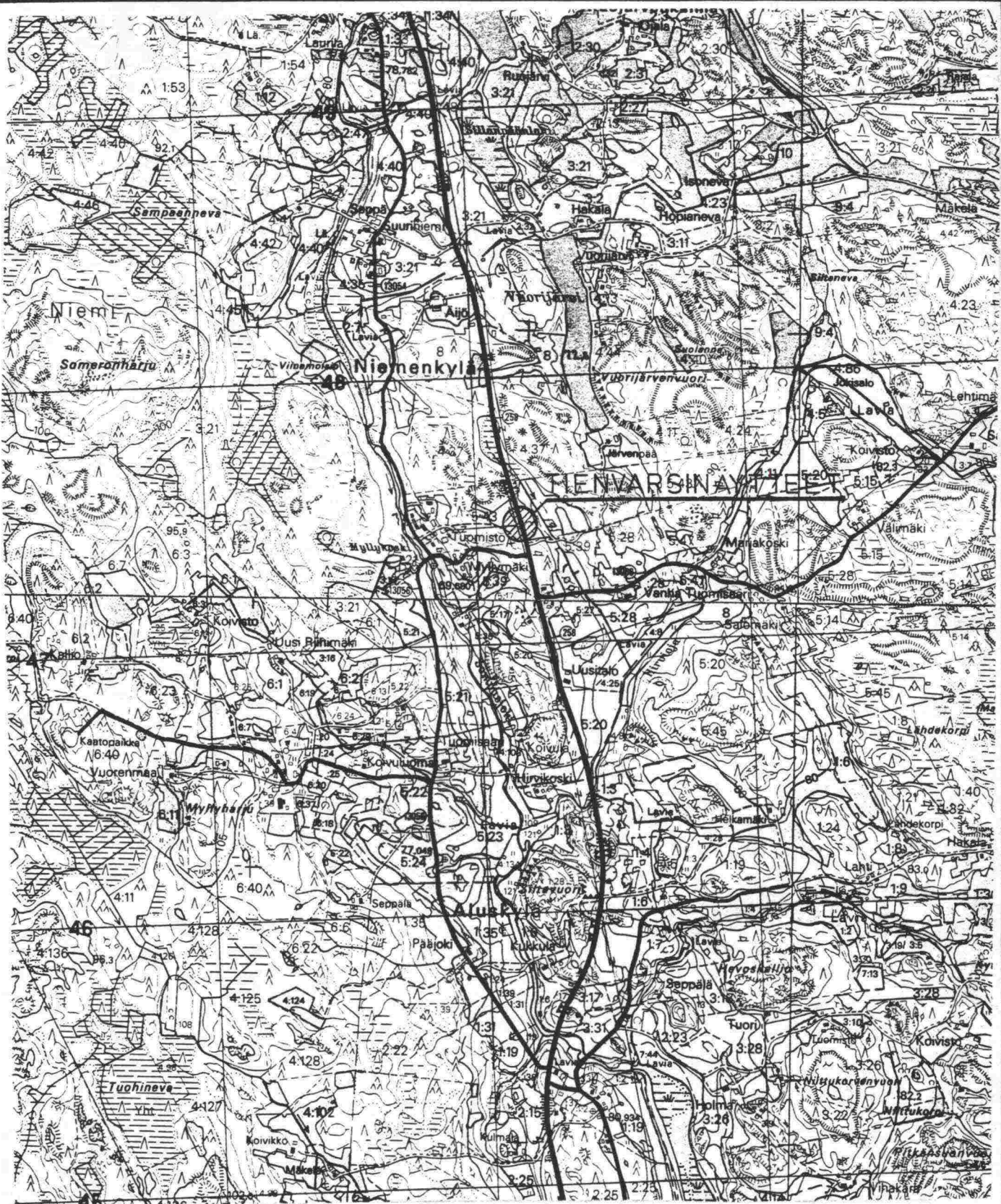


A		Tunn. Lukum. Muutos		Nimim. Päiväys	
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite				Piirustuksen sisältö	
TVH				YLEISKARTTA	
TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ				IKAALISTEN TMP	
ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II-VAIHE				Mittakaavat	
				1:20000	
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121				Työn ja piirustuksen n:o	
PIIRT. <i>u</i> SUUNN.				Muutos	
PÄIVÄYS HELSINKI 28.2.1983				F 20530.1	
HYV. TARK.					



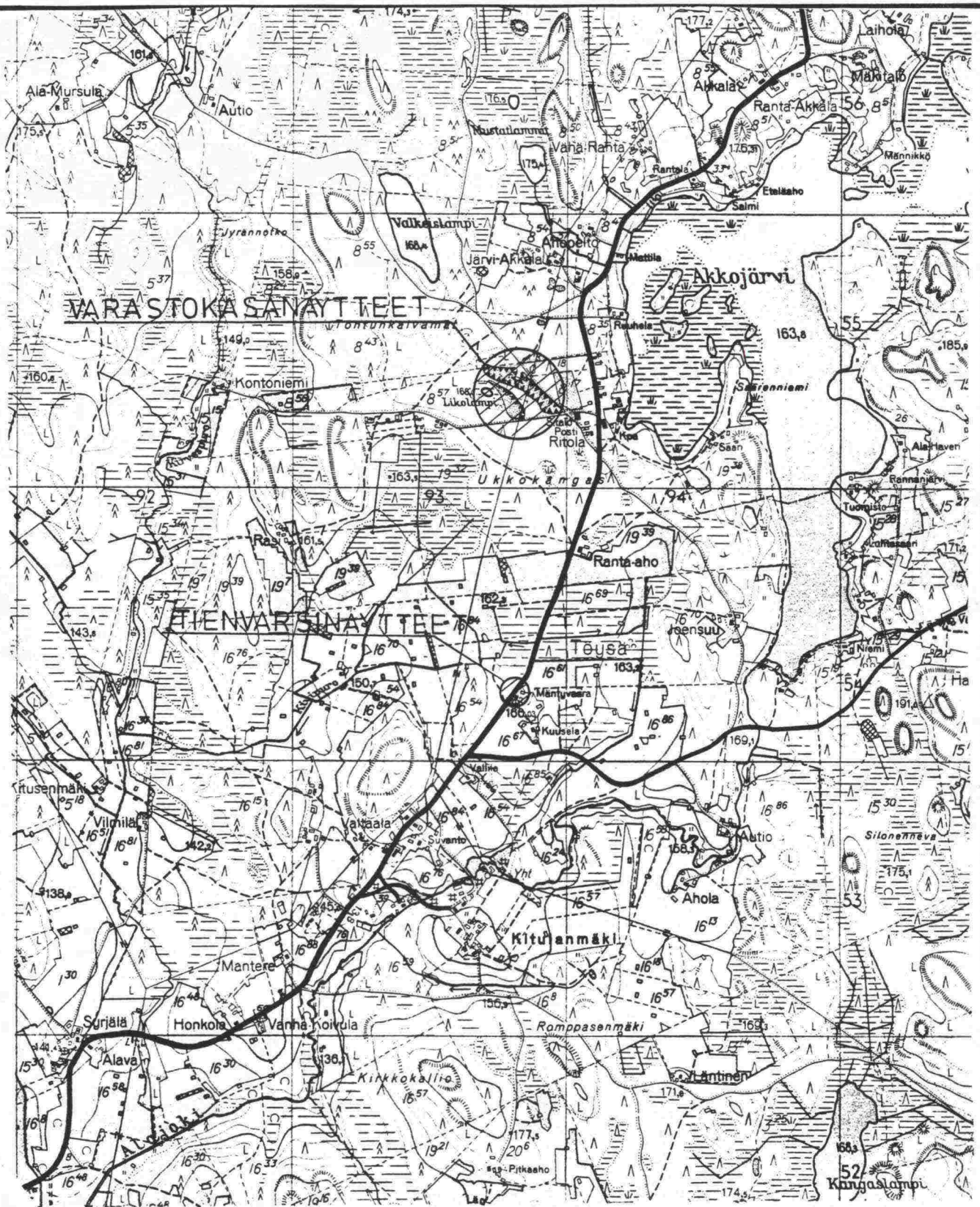








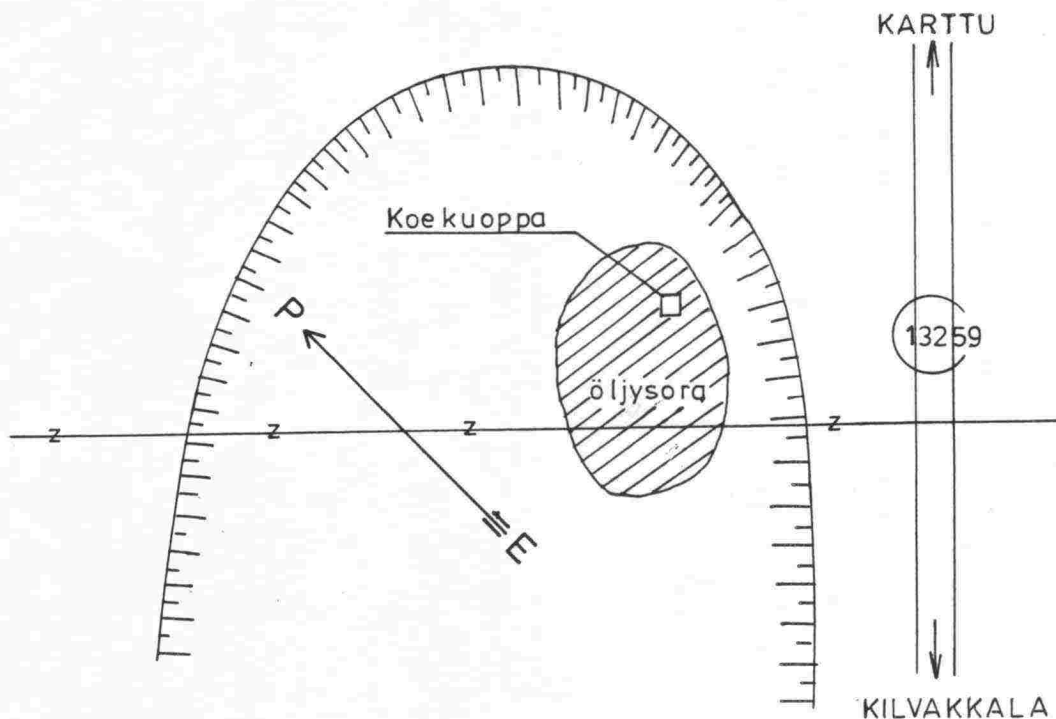
A			
Tunn. Lukum. Muutos		Nimim. Päiväys	
Tilaa ja suunnittelukohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö	
TVH		YLEISKARTTA	
TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ		KANKAANPÄÄN TMP	
ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II-VAIHE		Mittakaavat	
1:20 000			
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121		Työn ja piirustuksen n:o <b>F20530.3</b>	
PIIRT. <input checked="" type="checkbox"/> SUUNN. <input type="checkbox"/>		Muutos	
PÄIVÄYS HELSINKI 28.2.1983			
HYV. TARK.			







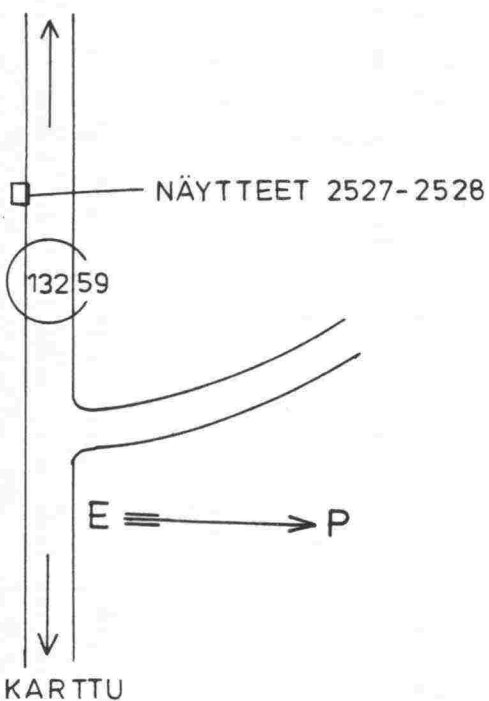
A			
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Päiväys
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö	
TVH		YLEISKARTTA	
TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ		ALAVUDEN TMP	
ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II-VAIHE		Mittakaavat	
		1:20 000	
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121		PIIRT.  SUUNN.	Työn ja piirustuksen n:o Muutos
PÄIVÄYS		F20530.4	
HELSINKI 28.2.1983			
HYV.		TARK.	




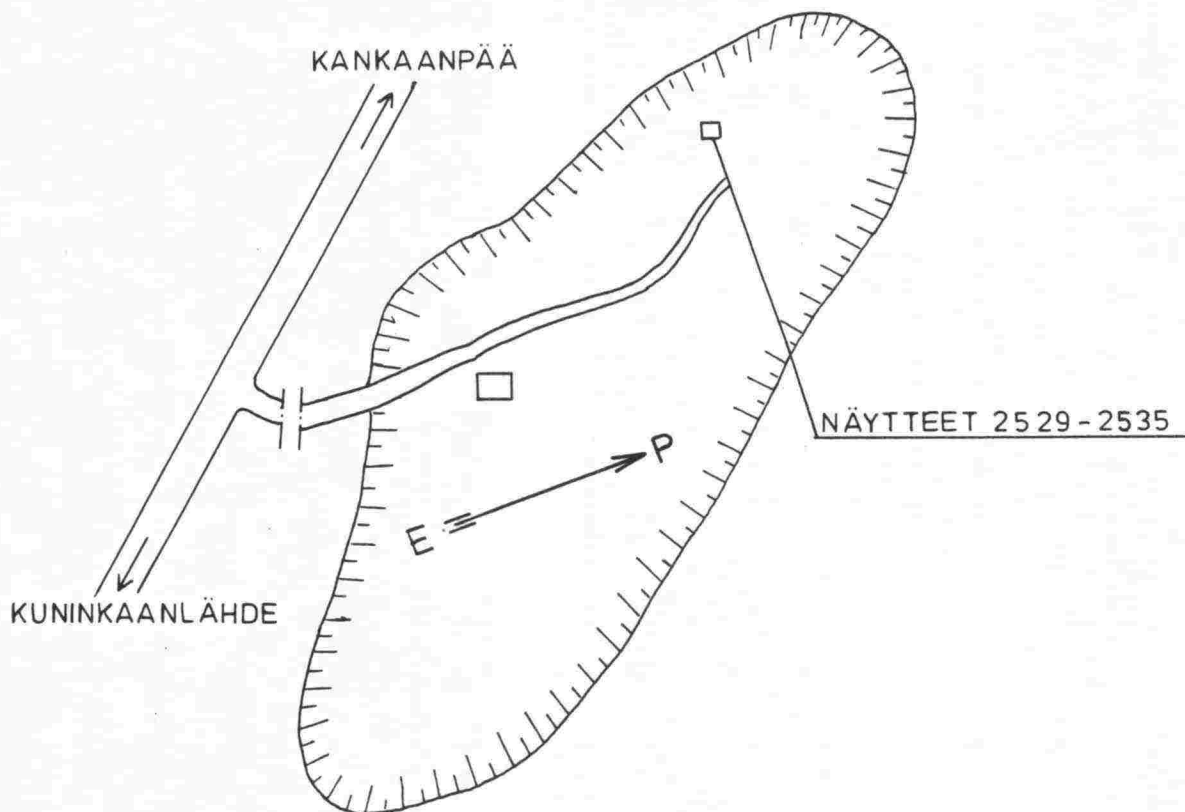



A					
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Päiväys		
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
TVH TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA II-VAIHE			ASEMAPIIRROS IKAALISTEN TMP		1:1000
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121			PIIRT.  SUUNN.		Työn ja piirustuksen n:o <b>F20530.5</b>
PÄIVÄYS HELSINKI 28.2.1983			Muutos		
HYV. TARK.					

E 79, n 370 m

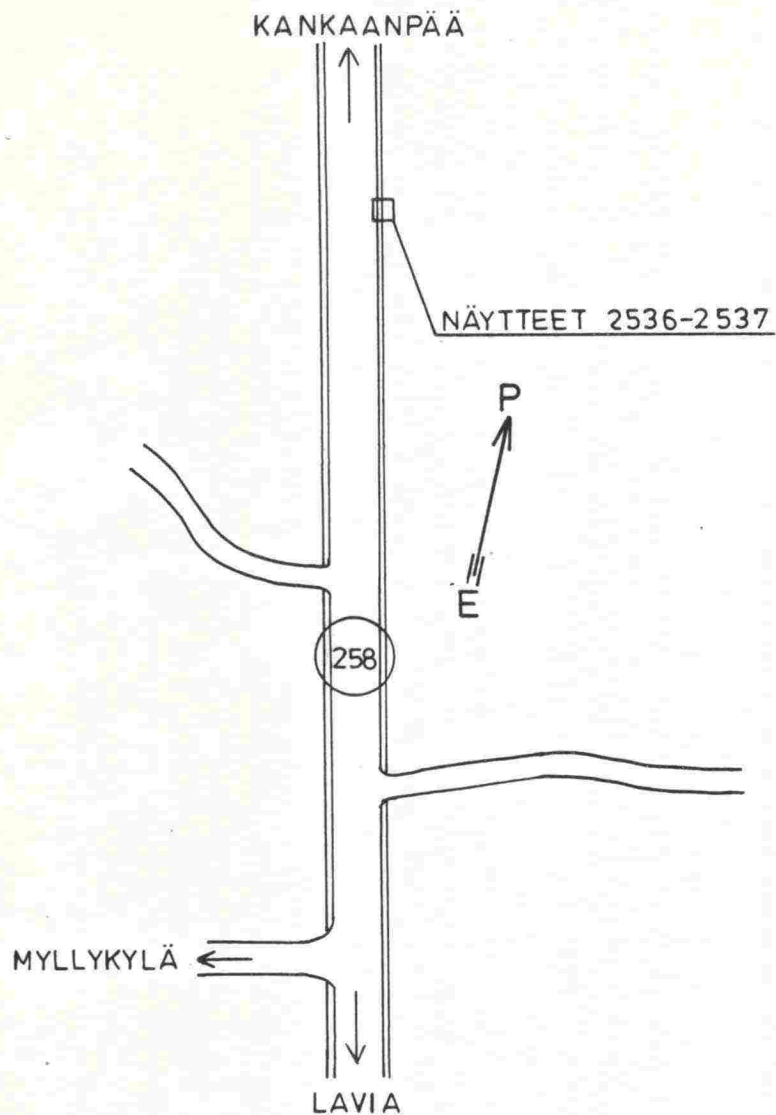



A			
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Päiväys
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö	
TVH		ASEMAPIIRROS	
TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ		IKAALISTEN TMP	
ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II-VAIHE		Mittakaavat	
1:1000			
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121		Työn ja piirustuksen n:o <b>F20530.6</b>	
PIIRT. <i>my</i> SUUNN.		Muutos	
PÄIVÄYS			
HELSINKI 28.2.1983			
HYV.		TARK.	



A					
Tunn.		Lukum.		Muutos	
				Nimim. Päiväys	
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
TVH			ASEMAPIIRROS		1:N
TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II-VAIHE			KANKAANPÄÄN TMP		
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121		PIIRT.	Työn ja piirustuksen n:o		Muutos
		SUUNN.			
PÄIVÄYS		HELSINKI		28.2.1983	
HYV.		TARK.		F20530.7	





A					
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Päiväys		
Tilaaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
TVH			ASEMAPIIRROS		1:1000
TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ			KANKAANPÄÄN TMP		
ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II-VAIHE					
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121		PIIRT. SUUNN.	Työn ja piirustuksen n:o		Muutos
PAIVÄYS	HELSINKI 28.2.1983		F 20530.8		
HYV.	TARK.				

MERKINNÄT:

- ☐ Näytteenottopaikka
1.

☐ Maanäyte nro 1
- (2002)

☐ Vesinäyte nro 200 2
- W

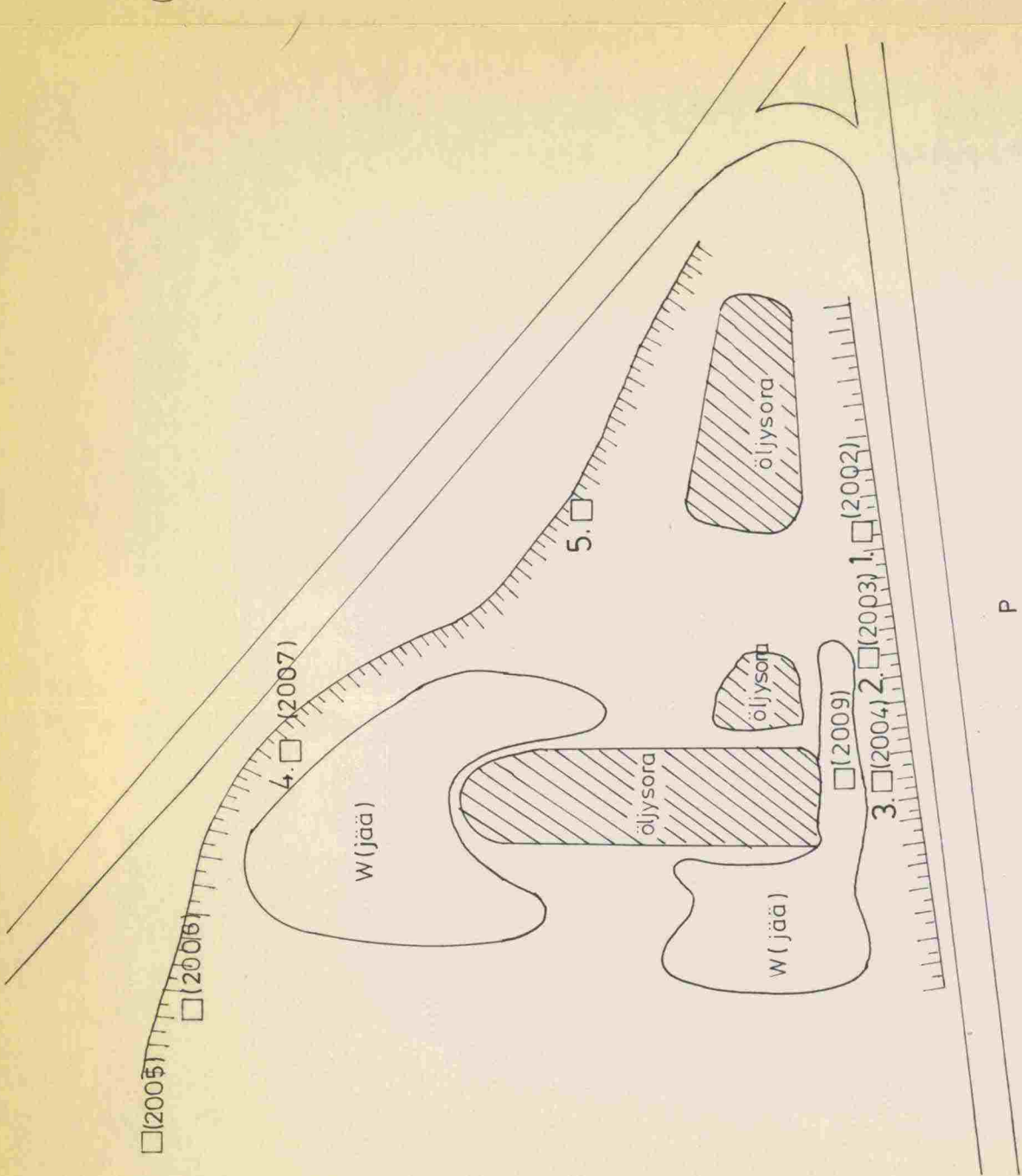
☐ Vesipinta
- ///

☐ Öljysora
- ⊖

☐ Pohjavesikaivo



S. talo



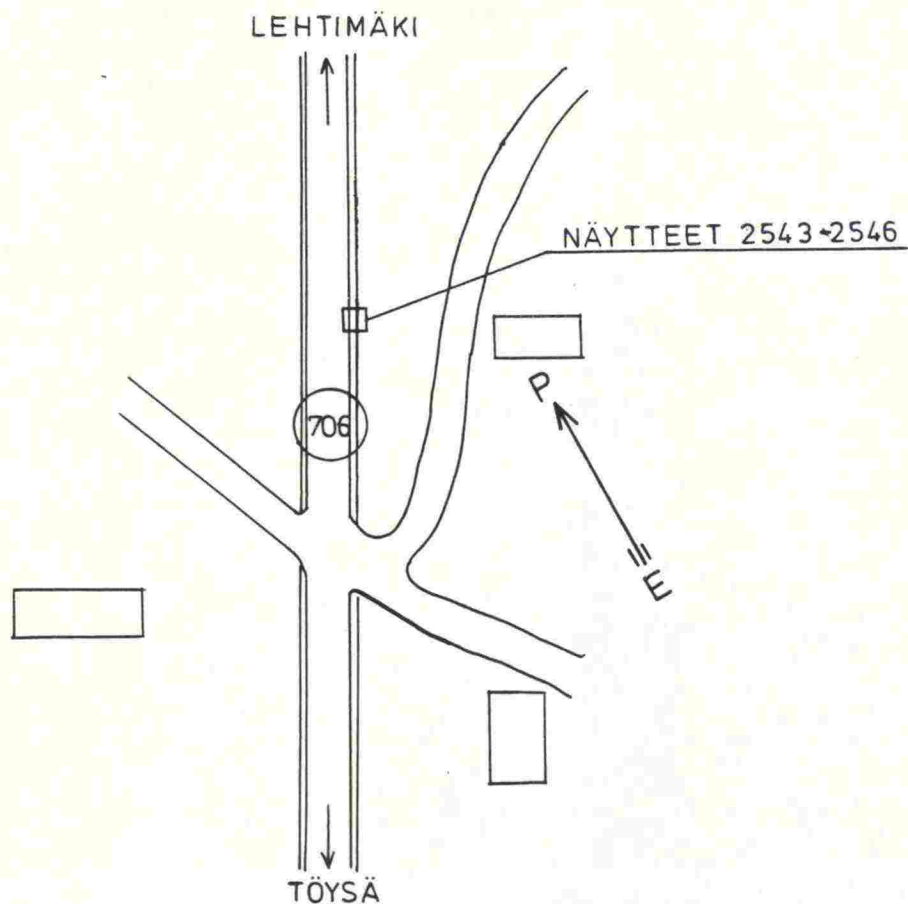
P  
↑  
E



Metsä

Ukkokankaan  
vedenottamo (2001)

Männistö  
⊖ (2008)

A	Tunn.	Lokum.	Muutos	Nimim.	Paiväys
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite					
TVH					
TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA II-VAIHE					
Piiirt.					
Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21					
Puh. 90-670121					
PAIVAYS HELSINKI 28.2.1983					
HYV. TARK.					
Piiirtuksen sisältö					
ASEMAPIIRROS					
ALAVUDEN TMP					
Työn ja piirustuksen n:o					
F 20530.9					
Muutos					



A					
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Päiväys		
Tilaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
TVH TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II-VAIHE			ASEMAPIIRROS ALAVUDEN TMP		~1:1000
 <b>MAA JA VESI OY</b> Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21 Puh. 90-670121			PIIRT. 	Työn ja piirustuksen n:o	
PÄIVÄYS HELSINKI 28.2.1983			SUUNN.	Muutos	
HYV. TARK.			F 20530.10		



Mineraali-  
öljypitoisuus  
mg / kg

6

5

4

3

2

1

0

Näyttenumero

Syvyys (m)

Kohde

Tmp

Yleiskartta

Asemapiirros

4.17

3.03

1.26

0.76

0.76

2524 2525 2526 2527 2528

0.3 1.0 2.0 0.2 1.0

Koekuoppa 2 Tie 13259

IKKAALISTEN TIEMESTARIPIIRI

F 20530.1

F 20530.5,6

3.29

2.53

2.28

2.02

1.90

1.14

1.26

2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535

0.2 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0

Koekuoppa 1

KANKAANPÄÄN TIEMESTARIPIIRI

F 20530.2,3

F 20530.7,8

1.52

0.95

0.88

0.88

2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544

1 2 3 4 5 0.2 1.0

Näytteet vesipinnan rajasta

ALAVUODEN TIEMESTARIPIIRI

F 20530.4

F 20530.9,10

3.41

3.59

1.14

0.88

2545 2546

2.0 3.0

Tie 706

Titlaaja sekä suunnittelukohteen nimi ja osoite

TVH

TUTKIMUS TIEYMPÄRISTÖÖN PÄÄSEVISTÄ  
ÖLJYPERÄISISTÄ AINEISTA, II VAIHE



MAA JA VESI OY

Itälahdenkatu 2, 00210 Helsinki 21

Puh. 90-670121

PAIVAYS

HELSINKI

3.3.1983

HYV.

TARK.

PIIRT.

SUUNN.

Työn ja piirustuksen n:o

F 20530.11

Muutos

A

Tönn

Lukum.

Muutos

Päiväys

Piirustuksen sisältö

MINERAALIÖLJYPITOISUUS

MAANÄYTTEISSÄ